

**УДК 617.586.5:612.563**

*К. В. Корнієнко, студентка гр. ПБ-п72, М.Ф. Терещенко, к.т.н., доцент  
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

## **СИСТЕМА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОВИХ ПОЛІВ ЛЮДИНИ**

**Анотація.** Проведені дослідження системи візуалізації теплових полів людини (СВТПЛ), що має підвищену точності з використанням тепловізійної системи для покращення діагностичної інформації та об'єктивності візуалізації при обстеженні біологічних тканин, органів та кінцівок людини, враховуючи особливості фізіології людини.

**Ключові слова:** термодіагностика, системи візуалізації, теплові поля.

### **ВСТУП**

На сьогоднішній день широкого розвитку отримали системи медичної візуалізації: рентгенографія; комп'ютерна томографія; позитронно-емісійна томографія; ядерно-магнітний резонанс; ультразвукова діагностика; термодіагностика та інші.

Одним із перспективних і швидко розвиваючимся методом являється термодіагностика. Основними перевагами систем медичної термодіагностики є:

1. надійність діагностики для пацієнта (він лише фіксує випромінювання від поверхні тіла пацієнта);
2. велика надійність інформації при діагностиці (точність методу для певних груп захворювань становить близько 95%);
3. виявлення захворювання на початкових етапах його проявлення (інколи навіть до початку проявів основних симптомів);
4. достатньо простий моніторинг перебігу захворювання;
5. забезпечення можливості контролю стану здоров'я пацієнта в цілому;
6. можливість діагностування декількох патологій відразу;
7. отримання результатів в реальному часі при проведенні процедури. [1]

### **МЕТА РОБОТИ**

Метою роботи є дослідження шляхів підвищення точності отримання діагностичної інформації та об'єктивності візуалізації біологічних тканин, окремих органів і кінцівок людини за допомогою термодіагностичних системи.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Тепловізійна система діагностики (ТСД) в медичних цілях можна використовувати в вигляді, як ручних моделей так і стаціонарних. При виборі моделі важливими є два основні чинники: розмір і чутливість термодетектора. ТСД активно використовують для діагностики патології судин. При порушенні артеріального кровообігу (ангіоспазм, звуження або практично повний стеноз судини) визначається зона гіпотермії, яка за показниками зони дослідження, формою і розмірами відповідає області зниження кровотоку. При патології венозних судин, навпаки, зазвичай виявляють зони гіпертермії. [2]

Локальне підвищення температури в області поверхневих вен нижніх кінцівок вказує на високу ймовірність тромбофлебіту. Атеросклеротичні зміни судин також ведуть до порушення кровотоку і зміни температури, що дозволяє зафіксувати наявність атеросклеротичних бляшок. [2] Основним недоліком

цього метода є недостатня точність при обстеженні кінцівок пацієнта з дистальною гіпотермією, безпосередньо, при букеті різних захворюваннях, що супроводжуються дистальною гіпотермією кінцівок.

При прямому дослідженні шкіри в відділах кінцівок, їх температура дорівнює температурі навколишнього середовища. Тому на термограмах ці дистальні відділи не виділяються і не контуруються, що ускладнює аналіз термограм, особливо при ампутованих частинах кінцівок, і, як наслідок, низька інформативність. Зазначені недоліки не дозволяють виконати правильну діагностику тканин патології. [3]

Розглянемо один із варіантів підвищення точності, інформативності та об'єктивності візуалізації при обстеженні біологічних тканин. Для вирішення цієї проблеми, нами досліджувалась система візуалізації теплових полів людини (Рис.1) в складі тепловізійну камеру на штативі, персональний комп'ютер, з'єднаний з тепловізійною камерою і мережевим блоком живлення, та термоекран з терморегулятором, встановленим з можливістю розміщення пацієнта між ним і тепловізійною камерою, при цьому температура термоекрана відмінна від температури навколишнього середовища. В системі СВТПЛ використовується комплекс прецизійних контактних температурних датчиків, що кріпляться на пацієнті в зоні візуалізації та вимірювання і з'єднані з блоком порівняння, сигналізації та індикації, який через блок аналізу температурних градієнтів (БАТГ) підключений до персонального комп'ютера та термоекрану з терморегулятором.

Використання прецизійних контактних температурних датчиків (ПКТД), що кріпляться на біологічній тканині пацієнта в зоні візуалізації, дають можливість додатково вимірювати реальні значення температури в зоні контролю, а блок БАТГ дає можливість фіксувати мінімальні зміни температури, що зв'язані з патологією, а не звичайні фізіологічні коливання температури тіла пацієнта.

Ці значення температур з ПКТД поступають в блок порівняння, сигналізації та індикації (БПСІ), де зрівнюються зі значеннями отриманими із безконтактної тепловізійної камери, по значенню відхилення змінюється значення температури термоекрану на фоні, якого проводиться вимірювання та візуалізація біологічного об'єкту. Програмно змінюючи температуру термоекрану досягаємо високоінформативної візуалізації зони контролю кінцівок, виділяючи значення градієнтів температур в блоці БАТГ, що зменшує вірогідність діагностичної помилки, відсіюючи діагностично значиму інформацію від звичайних фізіологічних коливань температури пацієнта. (Рис.1). Запропонована система використовує нешкідливий та безпечний метод, і може багаторазово застосовуватись при оцінці динаміки змін температур кінцівок. [4]

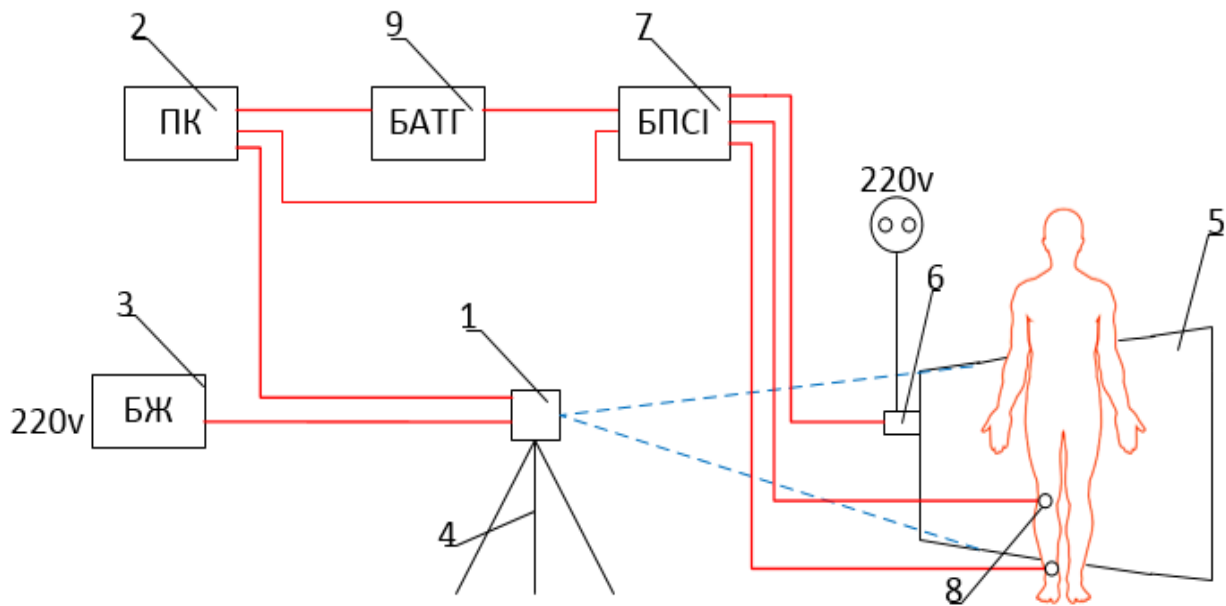


Рис.1. Система візуалізації теплових полів людини.

Система СВТПЛ (Рис.1) складається з:

1. тепловізійної камери;
2. інфрачервоного приймача, персонального комп'ютера;
3. мережевого блоку живлення;
4. штативу;
5. термоекрану;
6. терморегулятором;
7. блоку порівняння, сигналізації та індикації (БПСІ);
8. прецизійних контактних температурних датчиків
9. блоку аналізу температурних градієнтів (БАТГ)

При проведенні дослідження отримуємо значення температур порівнюються з температурами термоекрану, навколишнього середовища та значеннями температури виміряними безконтактною тепловізійною камерою, що сфокусована на біологічній тканині зони контролю пацієнта. [5] По значенню різниці виміряних температур тепловізійною камерою та прецизійними датчиками змінюють температуру термоекрану, шляхом програмного керування терморегулятором 6, для підвищення чіткості, контрасту та ясних меж контурів, шарів, судин кровотоку зони контролю, при цьому відсіюємо звичайні фізіологічні коливання температури пацієнта. [6]

Так програмно регулюючи температурою термоекрана досягають на термограмі, що відображається на моніторі персонального комп'ютера, в залежності від різниці температур, що були виміряні в зоні контролю датчиками та тепловізором, більш чіткого фокусування об'єкту та підвищення чіткості, контрасту та ясних меж контурів, шарів, судин кровотоку зони контролю з відсіюванням похибок від звичайних фізіологічних коливань температури людини. [7]

## **ВИСНОВОК**

Завдяки розробці та нашим дослідженням можливостей система візуалізації теплових полів людини досягається підвищення точності та об'єктивності візуалізації термограм при обстеженні біологічних тканин, отримання більш точних та інформативно значимих даних вимірювання температур, контурів, що призводить до чіткої візуалізації параметрів біологічних тканин пацієнта з урахуванням фізіологічних особливостей.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- [1] Волков В.Г. Тепловизионные приборы нового поколения/ В.Г. Волков, А.В. Ковалев, В.Г. Федчишин//Специальная техника.-2004, - №6
- [2] Матвієнко С. М. Вплив процесів конвекції в рідині на похибку вимірювання теплопровідності методом прямого підігріву термістора / Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, А. М. Матвієнко // Наукові вісті НТУУ —КПІ. – 2017. – № 4. – С. 121– 130.
- [3] Терещенко М.Ф. Біофізика: підручник / М.Ф. Терещенко, Г. С.Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 444 с. ISBN 978-966-622-942-0 <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27589>
- [4] Терещенко М.Ф. Біофізика: практикум . / М.Ф. Терещенко, Г. С.Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 288с. ISBN 978-966-622-952-9, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/28227>
- [5] Філіппова М. В. Вплив короткочасної ішемії на температуру ступней ніг та кольорову гаму їх зображення на екрані тепловізора / М. В. Філіппова, М. Ф. Терещенко, О. П. Волошин, І. Д. Єкімов // Молодий вчений. — 2015. — №6(1). С.35-39 <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2015/6/07.pdf>
- [6] Терещенко М.Ф. Біофізика: лабораторний практикум / М.Ф. Терещенко, Г. С.Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 176 с. ISBN 978-966-622-980-2 <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/31467>
- [7] Дипломне проектування [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання дипломних проектів для студентів напрямку 6.0909 – «Прилади» спеціальності “Медичні прилади і системи” усіх форм навчання / НТУУ «КПІ» ; уклад.: Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, С. П. Вислоух, О. І. Паткевич – Київ : НТУУ «КПІ», 2008. – 104 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/32089>

***Наук. керівник – к.т.н., доц. Терещенко М.Ф.***